



Seminar Nasional Kebumihan VIII - 2013

Yogyakarta, 5 September 2013



No ISBN : **978-602-19765-2-4**

PROSIDING

**Menuju Pengelolaan Energi dan Sumberdaya Mineral
Indonesia Yang Lebih Berdaulat :
Tantangan, Teknologi, Sistem, dan Solusi**

**FAKULTAS TEKNOLOGI MINERAL
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN"
YOGYAKARTA**

POTENSI DEGRADASI LAHAN KAWASAN KARST di DAS OYO

Aditya Pandu WICAKSONO

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Mineral, UPN "Veteran" Yogyakarta

Jl. SWK 104 Condongcatur Yogyakarta 55285

e-mail : aditya.wicaksono@upnyk.ac.id

Abstrak

Degradasi lahan identik dengan adanya erosi. Proses erosi merupakan proses redistribusi dan pengangkutan sedimen yang dibawa oleh aliran permukaan ke sungai. Proses erosi oleh aliran permukaan selalu akan disertai oleh kehilangan karbon organik tanah dan dapat mempengaruhi tingkat kesuburan tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengkaji potensi degradasi lahan secara alami sebelum dilakukan adanya proses penambangan. Distribusi spasial potensi degradasi lahan di kawasan karst yang terletak di DAS Oyo perlu diketahui agar upaya konservasi lahan dapat dilakukan secara tepat.

Penelitian ini menggunakan metode USPED. Metode USPED merupakan metode pendekatan erosi selain USLE. USPED dikenal lebih akurat untuk mengetahui potensi degradasi lahan karena model perhitungannya berdasarkan proses yakni konsentrasi aliran permukaan.

Kawasan karst merupakan daerah yang potensi untuk dijadikan daerah tambang. Sub DAS Munggur merupakan kawasan karst yang terdapat di DAS Oyo. Degradasi lahan Sub DAS Munggur sebelum dijadikan daerah tambang mengalami erosi sebesar 5289,3 ton/thn. Konservasi lahan di Sub DAS Munggur mutlak dilakukan baik ketika menjadi lahan tambang maupun bukan daerah tambang. Erosi yang terjadi di Sub DAS Munggur sangat dipengaruhi oleh faktor manajemen dan konservasi lahan.

Kata Kunci: erosi, karst, manajemen dan konservasi lahan



1. Pendahuluan

DAS Oyo terdiri atas 13 sub das. Sub das tersebut antara lain Sub DAS Buyukan, Celeng, Dlingo, Dondong, Juwet, Lunyu, Munggur, Oyo hulu, Oyo Hilir, Petung, Prambutan, Saradan dan Widoro. DAS Oyo berdasarkan geomorfologinya terbagi menjadi 2 proses yakni solusional atau karst dan struktural. Daerah Karst terdapat di sub DAS Prambutan dan Munggur sedangkan sub DAS lain termasuk daerah struktural. Dengan mengetahui distribusi spasial erosi yang dikaitkan dengan kondisi saat ini terutama yang terkait dengan pengolahan dan konservasi lahan yang telah dilakukan, maka akan diketahui faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap suatu lahan. Adanya faktor pengolahan dan konservasi lahan yang mempengaruhi kehilangan tanah, akan mempermudah dalam pengolahan tanaman. Adanya pengolahan tanaman yang tepat maka besarnya erosi dan aliran permukaan dapat dikontrol dan diminimalisir risiko terdegradasinya suatu lahan.

Kondisi DAS Oyo pada masa lampau dapat digambarkan bahwa DAS Oyo mempunyai hutan yang lebat dengan kandungan organik dalam tanah tinggi. Kondisi lahan saat ini di DAS Oyo relatif tandus dan hanya dapat ditanami tanaman non hutan. Kurangnya upaya konservasi dan pengelolaan tanaman musiman yang berupa ketela akan mempercepat erosi. Tanah yang mengalami erosi akan menurun produktivitasnya menjadi tanah kurang subur dan apabila tidak ada upaya konservasi dan pengelolaan tanaman menyebabkan lahan berubah menjadi lahan kritis.

Proses erosi di DAS Oyo dapat berlangsung secara intensif. Banyaknya erosi yang terjadi di DAS Oyo dibuktikan dengan warna coklat pekat pada air Sungai Oyo. Warna coklat pekat merupakan indikator suspensi sedimen yang terjadi sangat tinggi pada saat hujan dan banjir. Tingginya kandungan suspensi dalam aliran air juga dapat menunjukkan kehilangan kandungan karbon organik dari daratan menuju ke perairan (Charlton, 2008). Erosi dan kehilangan karbon organik tanah di DAS Oyo dapat dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satunya adalah kondisi geomorfologi. Proses erosi di DAS Oyo yang berlangsung intensif dipengaruhi oleh kondisi geomorfologinya yang sebagian besar berasal dari proses struktural dan solusional. Kekar dan sesar yang mendominasi bentuklahan struktural mempercepat proses erosi karena adanya konsentrasi aliran permukaan.

Permasalahan lahan yang terkait dengan erosi dapat dikaji dengan menggunakan model. Penggunaan model erosi berfungsi sebagai pendekatan proses erosi sehingga dapat diketahui perencanaan konservasi yang tepat. Di Indonesia, model erosi yang sering digunakan adalah *Universal Soil Loss Equation* (USLE). Model USLE merupakan model empiris yang sederhana dan sudah digunakan secara global sejak tahun 1960an. Meskipun sudah diterapkan hampir di seluruh negara berkembang, model USLE masih mempunyai kelemahan yaitu tidak memperhitungkan deposisi dan hasil perhitungannya memiliki jangka waktu yang sangat lama sehingga hasilnya terlalu besar (Charlton, 2008). Faktor lereng tidak diperhitungkan sehingga *channel erosion* dan *gully erosion* tidak dapat disimulasikan dengan model USLE (Fistikoglu dan Harmancioglu, 2002). Dalam penelitiannya, Mitasova (2001) menggunakan model *Unit Stream Power Erosion Deposition* (USPED) untuk menghitung erosi. Penggunaan model USPED dianggap lebih baik karena model ini dapat menghitung besar erosi parit. Hasil yang diharapkan pun mampu mendekati kondisi yang terjadi di lapangan. Penggunaan model USPED untuk mengetahui distribusi spasial ditambah dengan menggunakan analisis statistik yang berupa korelasi antar faktor-faktor yang mempengaruhi erosi akan dapat mengetahui besar suatu faktor dalam mempengaruhi erosi.

2. Metodologi

Metode sampling pada tahap pengukuran data merupakan pengukuran data-data primer yang diukur secara langsung dengan mengambil sampel yang mewakili keadaan sebenarnya di lapangan. Metode pemilihan sampelnya menggunakan metode *purposive*



sampling. Pemilihan sampel berdasarkan analisis satuan lahan yang diperoleh dengan cara overlay peta tanah, peta geologi, peta penggunaan lahan, peta kemiringan lahan, dan peta curah hujan.

Proses terangkutnya sedimen dalam aliran sungai merupakan hasil dari proses erosi yang terjadi dalam DAS. Adanya pengukuran laju pengangkutan sedimen merupakan pengujian yang terbaik untuk membuktikan suatu model yang dalam penelitian ini menggunakan metode *Unit Stream Power Erosion-Deposition* (USPED). Model ini merupakan metode yang menggunakan prinsip distribusi spasial erosi dengan menggunakan basis data raster. Penggunaan data raster ini sangat mendukung terhadap ketelitian hasil yang akan dilakukan. Dengan mengasumsi bahwa aliran permukaan sebagai berikut:

$$T = R K C P A^m (\sin b)^n$$

Keterangan:

T = Estimasi Erosi m=1-1.6 dan n 1 – 1.3

R = Erosivitas Hujan

K = Erodibilitas Tanah

C = Pengelolaan Tanaman

P = Pengelolaan dan Konservasi Tanah

A = Faktor lereng (Mitasova, 1999)

Kemudian dari rumus di atas dilanjutkan dengan rumus besar erosi bersih dengan mengestimasi perubahan ketika menjadi aliran sedimen yang diperlihatkan dari divergensi dari aliran sedimen :

$$ED = \text{div}(T \cdot \mathbf{s}) = d(T \cdot \cos a)/dx + d(T \cdot \sin a)/dy$$

Keterangan:

a [deg] = merupakan aspek aliran elevasi (aliran langsung)

(Mitasova, 1999)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Distribusi Spasial Kehilangan Tanah

Proses erosi merupakan bagian kecil dari siklus karbon. Cadangan karbon di atmosfer cenderung lebih kecil jumlahnya jika dibandingkan dengan jumlah cadangan karbon yang ada didalam laut, minyak bumi dan cadangan lain di dalam kerak bumi (Salmin, 2005). Kehilangan karbon dalam aktifitas pertanian menyebabkan penambahan karbon ke atmosfer lebih banyak. Penambahan karbon di atmosfer ini disebabkan oleh karbon yang diikat oleh tanaman tidak dapat menggantikan karbon yang dilepaskan dari tanah. Penambahan karbon yang besar ke atmosfer ini terutama terjadi akibat seringnya pengolahan tanah tanpa adanya upaya konservasi.

Total erosi di DAS Oyo yang memiliki luas 69341.601 ha yang dihasilkan pada model USPED yakni sebesar -4207,9 ton/thn atau sebesar 0,061 ton/ha/th. Nilai erosi yang dihasilkan oleh model USPED dapat diketahui sub DAS yang tererosi adalah Sub DAS Buyukan, Dlingo, Juwet, Munggur, Oyo Hulu, Petung, Prambutan, dan Saradan. Sedangkan sub DAS yang lain seperti Sub DAS Celeng, Dondong, Lunyu, Oyo Hilir, dan Widoro. Berdasarkan nilai distribusi spasial besar erosi yang terbesar adalah Sub DAS Munggur.

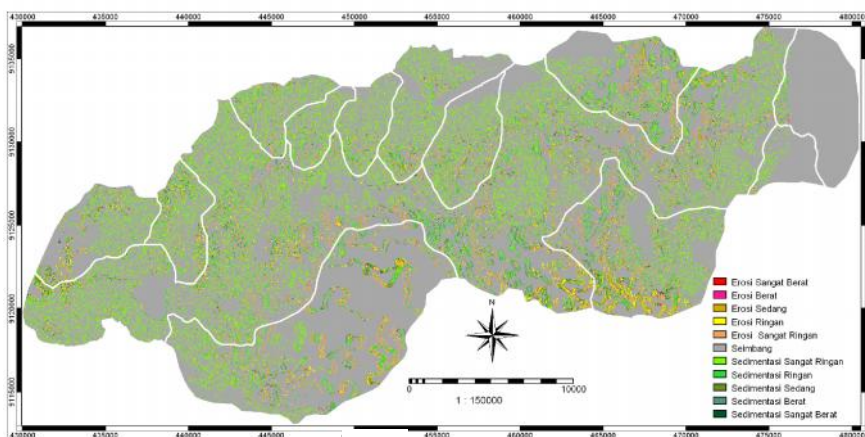
Berdasarkan Gambar 1 model USPED didominasi oleh daerah yang seimbang atau antara erosi dan sedimentasi berlangsung dengan besar yang sama. Dengan mengetahui proses sedimentasi berarti akan diketahui perkiraan daerah yang akan menjadi tempat yang tererosi maupun terdeposisi. Dengan mengetahui distribusi spasial erosi sedimentasi maka pengelolaan dapat dilakukan secara optimal karena telah diketahui lokasinya.



Tabel 1. Besar Erosi dan Sedimentasi DAS Oyo

Nama Sub DAS	Luas (ha)	Total USPED (ton/tahun)
Buyukan	1103.971	-221.41
Celeng	2642.932	561.88
Dlingo	1780.77	-16.87
Dondong	2409.246	559.84
Juwet	2992.494	-24.67
Lunyu	3925.3	1006.88
Munggur	6006.252	-5289.3
Oyo Hilir	30694.178	127.75
Oyo Hulu	3274.734	-490.33
Petung	1583.426	-248.91
Prambutan	10392.93	-630.87
Saradan	1108.298	-235.84
Widoro	1427.07	693.95
Total	69341.601	-4207.9

Keterangan:
 Nilai (-) = Erosi
 Nilai (+) = sedimentasi



Gambar 1. Peta Distribusi Spasial Erosi di DAS Oyo

Kehilangan karbon organik dalam tanah secara alami yakni erosi dan akibat banjir. Secara umum, kondisi relief yang terdapat di DAS Oyo relatif curam dengan tekstur tanah yang lempung. Tekstur tanah lempung dan dan curam menyebabkan di DAS Oyo debit banjirnya sangat besar. Semakin curam lereng kesempatan air hujan untuk menjadi infiltrasi menjadi lebih singkat. Waktu yang singkat menyebabkan sebagian besar air hujan akan berubah menjadi aliran permukaan. Adanya lapisan tanah yang tipis dan tekstur lempung akan semakin mempercepat proses terjadinya aliran permukaan. Lapisan tanah yang tipis menyebabkan kapasitas tampungan air hujan terbatas.

Tekstur tanah lempung memiliki sifat apabila telah jenuh air maka air hujan akan lebih cepat berubah menjadi aliran permukaan. Sifat dari lempung ini dalam menginfiltrasi air hujan sangat lambat jika dibandingkan tanah dengan tekstur pasir. Semakin banyak aliran permukaan maka kemungkinan karbon organik yang hilang dari tanah akan semakin besar karena kandungan karbon paling banyak terdapat kedalaman tanah kurang dari 20 cm dan sebagian besar kandungan bahan organik terdapat di tanah dengan tekstur lempung. Lempung memiliki porositas yang besar dan mempunyai gaya adhesi kohesi yang kuat

sehingga mudah mengikat unsur hara yang mengandung karbon organik. Apabila semakin banyak lempung yang hilang maka tanah akan semakin miskin unsur hara.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pemberian pupuk pada saat hujan kurang tepat karena hanya akan terbawa limpasan permukaan. Perlakuan tersebut hanya akan menyuburkan di sekitar tubuh sungai sehingga pada hilir sungai biasanya akan tumbuh tanaman enceng gondok. Adanya enceng gondok semakin lama akan menyebabkan pendangkalan sehingga mengurangi kapasitas yang sebenarnya sungai tersebut. Apabila pendangkalan tersebut tidak segera ditanggulangi maka akan terjadi banjir yang dapat menggenangi permukiman di sekitar sepadan sungai.



Gambar 2. Aliran permukaan yang membawa muatan suspensi yang terlarut dari bantaran sungai dengan penggunaan lahan pertanian di sub DAS Petung

Banyaknya suspensi ketika terjadi banjir dengan debit yang besar pada suatu DAS merupakan indikasi mulai adanya degradasi lahan. Semakin banyak karbon organik dan tanah yang hilang dari daratan, maka kondisi hulu DAS akan semakin kurang subur. Apabila di daerah hilir terjadi banjir, maka sebagian besar karbon organik akan terdistribusi ke daerah tersebut. Akan tetapi, sifat dari banjir di DAS Oyo dengan debit yang besar dengan waktu yang relatif singkat menyebabkan sebagian karbon organik yang terkandung dalam air sungai pada waktu banjir akan terdistribusi ke perairan laut. Apabila kejadian tersebut terjadi secara terus menerus maka bukan tidak mungkin DAS Oyo suatu saat akan sangat miskin kandungan karbon organik sehingga untuk menanam tanaman semakin diperlukan pupuk yang sangat banyak.

3.5. Faktor yang berpengaruh terhadap kehilangan tanah

Perbedaan respon antara beberapa sub DAS yang memiliki luasan yang kecil dengan sub DAS yang memiliki luas yang besar lebih ditentukan oleh sifat tangkapan air (topografi, tanah, pengolahan tanaman, dan karakter vegetasi) daripada input meteorologi. Variasi keadaan meteorologi relatif kecil di dalam suatu DAS yang memiliki luas yang kecil. Berbeda dengan sub DAS yang luas terdapat variasi ruang (*spatial*) dan waktu (*temporal*) yang lebih nyata dalam hal keadaan meteorologi (erosivitas hujan). Adanya perbandingan korelasi antara erodisidangan faktor-faktor penyusun pada setiap sub DAS dalam suatu DAS akan lebih memperlihatkan faktor yang lebih mendominasi. Upaya ini akan semakin mempermudah konservasi dan pengolahan tanaman karena dapat diketahui distribusi spasialnya.

Jenis penggunaan lahan yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap bobot isi, porositas total, dan kadar air tanah, sedangkan kelas kemiringan lereng yang berbeda hanya berpengaruh terhadap kadar air tanah (Saribun, 2007). Jenis penggunaan mencerminkan konservasi dan pengelolaan tanaman. Secara keseluruhan penggunaan lahan yang mendominasi pada setiap sub DAS adalah sawah, perkebunan, dan tegalan. Penggunaan lahan yang berupa tegalan merupakan penggunaan lahan yang paling banyak tererosi (Greenland, 1994; Khairiah, 2007; Talakua, 2009). Potensi tererosi ini disebabkan upaya konservasi daerah tegalan yang kurang diperhatikan seperti pada Gambar 3. Selain memiliki potensi tererosi yang tinggi, cadangan karbon yang terdapat di daerah

tegalan juga rendah baik di vegetasi, tanah, maupun tumbuhan yang terdapat di bawahnya termasuk daerah sawah yang menanam tanaman pangan (Khairiah dkk, 2007).



Gambar 3. Daerah tegalan yang konservasinya tidak terlalu diperhatikan

Pengaruh vegetasi terhadap aliran permukaan dan erosi berbeda-beda bergantung pada jenis tanaman, perakaran, tinggi tanaman, tajuk, tingkat pertumbuhan, dan musim (Arsyad, 2000). Ketiadaan vegetasi penutup tanah yang baik pada lahan tegalan seperti Gambar 3, akan mempermudah tanah tererosi. Vegetasi penutup seperti rumput yang tebal dan hutan yang memiliki kerapatan vegetasi yang tinggi dapat menghilangkan pengaruh topografi terhadap erosi. Selain itu bentuk tajuk juga dapat berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Tajuk yang menghadap ke atas cenderung akan mengkonsentrasi aliran air hujan melewati batang (*Stemflow*). Aliran ini apabila semakin terkonsentrasi, akan menyebabkan semakin banyak tanah yang akan tererosi. Tanaman yang menutup permukaan tanah secara rapat tidak saja memperlambat limpasan, tetapi juga menghambat pengangkutan partikel tanah.

Proses erosi pada penggunaan lahan sawah berbeda dengan penggunaan lahan lainnya. Upaya konservasi yang terdapat sawah pada umumnya dibentuk teras. Adanya teras dapat berfungsi sebagai penyaring sedimen yang berasal dari daerah yang terdapat di atasnya. Penyaringan ini akan mengurangi jumlah erosi yang terjadi setiap Sub DAS di DAS Oyo. Akan tetapi, teras yang terdapat di DAS Oyo menjadi kurang berfungsi sebagai penyaring sedimen yang berasal dari daerah atasnya karena tidak dilengkapi oleh parit, lebar teras sempit, dilakukan pada daerah yang memiliki lapisan tanah yang tipis, dan cenderung datar bukan agak miring.

Penanaman ketela di DAS Oyo pengelolaan tanamannya belum memperhatikan upaya konservasi. Tanaman ketela ditanam hingga pada ujung tebing atau pada tempat tertentu digunakan sebagai tanaman pagar padahal kemiringan lerengnya cukup curam. Adanya perlakuan pencabutan pada saat panen menyebabkan proses erosi akan semakin dipercepat. Pencabutan untuk memperoleh hasil menyebabkan agregat tanah terpecah. Agregat tanah yang telah terpecah menyebabkan tenaga erosivitas hujan yang dibutuhkan untuk dapat mengerosi akan semakin kecil.

Kondisi erosi dan manajemen lahan yang terdapat di Sub DAS munggur sebelum dilakukan adanya penambangan memperlihatkan bahwa perlu dilakukan adanya konservasi. Upaya konservasi akan membutuhkan biaya yang cukup besar mengingat jumlah erosi yang ada di DAS Munggur cukup besar. Dengan melihat potensi sebagai daerah penambangan batu gamping yang cukup potensial maka upaya penambangan dapat dilakukan dengan syarat dapat mendukung upaya kegiatan konservasi. Apabila kegiatan penambangan tidak menjamin adanya konservasi lahan maka Sub DAS Munggur akan lebih besar erosi sehingga akan mempercepat proses degradasi lahan. Perlu adanya kesepakatan dari rencana manajemen dan konservasi lahan sehingga apabila dilakukan kegiatan penambangan tidak berdampak pada kerugian lingkungan.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian adalah sebagai berikut:

1. Sub DAS Munggur yang merupakan daerah karst paling banyak erosi jika dibandingkan dengan sub DAS lain yang terdapat di DAS Oyo yakni sebesar 5289,3 ton/tahun.
2. Secara alami potensi degradasi lahan daerah karst sebelum dilakukan penambangan lebih tinggi jika dibandingkan daerah lain.
3. Konservasi dan pengelolaan tanaman di DAS Oyo khususnya di daerah karst perlu dilakukan secara intensif walaupun daerah karst tidak dilakukan penambangan.

5. Daftar Pustaka

- Arsyad, S. 2000. *Konservasi Tanah dan Air*. Bogor : Institut Pertanian Bogor
- Charlton, R. 2008. *Fundamental of Fluvial Geomorphology*. London and New York: Routledge
- Fistikoglu, O and Harmancioglu, N.B. 2002. *Intergration of GIS with USLE in assessment of Soil Erosion*. Netherland: Water Resources Management 16: 447-467, 2002
- Greenland, J. D. 1994. *Soil Management for Sustainable Agriculture and Environmental Protection in the Tropics*. Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations
- Hairiah, K. 2007. *Perubahan Iklim Global: Neraca Karbon di Ekosistem Daratan*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Hairiah, K., Utami, S.R., Lusiana, B., dan van Nordwijk, M. 2007. *Neraca Hara dan Karbon Dalam Sistem Agroforestri*. Jurusan Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
- Mitas, L. and Mitsova, H. 1999. Distributed Soil Erosion Simulation for Effective Erosion Prevention, *Water Resources Research*, Vol. 34, 505-516
- Mitsova, H., Mitas, L. and Brown, W. M. (2001) Multiscale Simulation of Land Use Impact on Soil Erosion and Deposition Patterns, In Stott, D. E., Mohtar, R. H. and Steinhardt, G. C. (eds.), *Sustaining the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting* held May 24-29, 1999 at Purdue University and USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, 1163-1169.
- Saribun, D. 2007. Pengaruh Jenis Penggunaan Lahan dan Kelas Kemiringan Lereng Terhadap Bobot Isi, Porositas Total, dan Kadar air tanah pada Sub DAS Cikapundung Hulu. Universitas Padjajaran. *Tesis*
- Salmin. 2005. *Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Air*. Oseana. Volume XXX
- Starr G. C., Lal R., Malone E R., Hothem. D., Owens.L., and Kimble. J. 2000. Modeling Soil Carbon Transported by Water Erosion Processes. *Land Degrad. Develop.* 11: 83±91 (2000)
- Talakua S.M. 2009. Efek Penggunaan lahan terhadap kerusakan tanah akibat erosi di Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Provinsi Maluku. *Jurnal Budidaya Pertanian*, Vol. 5. No 1, Juli 2009, Halaman 27-34

